

## Beschreibung

Verfahren zur Regelung einer elektrischen Maschine bzw. Vorrichtung zu deren Regelung

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung einer elektrischen Maschine bzw. eine Vorrichtung zu deren Regelung. Bei einem Verfahren zur Regelung einer elektrischen Maschine wird eine Regelungseinheit verwendet. Die Regelungseinheit ist vorteilhafter Weise parametrierbar. Die Regelungseinheit weist beispielsweise einen Stromregler, einen Geschwindigkeitsregler oder einen weiteren Zusatzregler auf. Zumindest einer dieser Regler ist mittels zumindest eines Parameters parametrierbar. Regler weisen beispielsweise verschiedene Regelglieder auf. Regelglieder sind beispielsweise P-Glieder (Verstärkungs-Glieder) D-Glieder (differenzielle Glieder), I-Glieder (integrierende Glieder) usw. Derartige Regelglieder weisen Parameter auf, wie z.B. Verstärkungsfaktoren  $P$  oder auch differenzielle Zeitkonstanten  $T_D$  oder auch integrierende Zeitkonstanten  $T_I$ . Derartige Zeitglieder, Verstärkungsfaktoren und/oder Zeitkonstanten sind Beispiele für Parameter.

Die elektrische Maschine ist beispielsweise zur Bewegung eines Maschinenteils vorgesehen. Das Maschinenteil ist beispielsweise ein Teil einer Werkzeugmaschine, einer Produktionsmaschine oder eines Handhabungsautomaten. Das Maschinenteil kann allerdings auch ein Teil der elektrischen Maschine selbst sein, wie beispielsweise ein Rotor einer rotatorischen elektrischen Maschine oder auch ein Primärteil oder ein Sekundärteil eines Linearmotors. Bei einem Linearmotor ist entweder das Primärteil oder auch das Sekundärteil linear bewegbar. Zumeist ist das Sekundärteil, welches Permanentmagnete aufweist, stationär und das Primärteil, welches zumindest eine bestrombare Wicklung aufweist, linear bewegbar.

Die elektrische Maschine ist also entweder eine rotatorische elektrische Maschine oder ein Linearmotor. Im Falle einer rotatorischen elektrischen Maschine ist das bewegte Maschinenteil beispielsweise direkt von der elektrischen Maschine angetrieben oder auch über ein Getriebe bzw. über ein Mittel zur Kraftübertragung wie dies z.B. ein Zahnriemen oder dergleichen ist.

Abhängig von der Position des Maschinenteils, welches bewegbar ist, können sich verschiedene Randbedingungen für eine Bewegung (linear oder rotatorisch) der elektrischen Maschine ergeben. Eine Randbedingung ist z.B. ein von der Position des Maschinenteils abhängiger Reibungskoeffizient. Bei einem Linearmotor aber auch bei einer rotatorischen permanent erregten elektrischen Synchronmaschine ist es beispielsweise auch möglich, dass die Permanentmagnete auf dem Sekundärteil des Linearmotors bzw. auf dem Rotor eine unterschiedliche Magnetisierung aufweisen. Die Magnetisierung ist also ein Beispiel für eine weitere Randbedingung. Abhängig von der Magnetisierung ergibt sich eine unterschiedliche elektromagnetische Kraft EMK. Im Falle eines Linearmotors ergibt sich auch beispielsweise deswegen eine unterschiedliche elektromagnetische Kraft EMK, weil das Primärteil über einen Abschnitt des Sekundärteils fährt, welcher frei von einer dieses Sekundärteil schützenden Abdeckung ist.

Die Parameter der Regelung einer Regelungseinheit der elektrischen Maschine sind nach dem Stand der Technik so einzustellen, dass diese für alle Positionen der elektrischen Maschine gemittelt eine optimale Regelungseinstellung ergeben. Dies hat zur Folge, dass die elektrische Maschine in keiner oder nur in wenigen Positionen eines bewegten Maschinenteils bezüglich der Regelung optimal parametrisiert ist.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine verbesserte Parametrierung einer Regelung einer elektrischen Maschine zu ermöglichen.

Die Lösung der Aufgabe gelingt mittels eines Verfahrens mit den Merkmalen nach Anspruch 1 bzw. mittels einer Vorrichtung mit den Merkmalen nach Anspruch 7. Die abhängigen Ansprüche 2 bis 6 bzw. 8 sind vorteilhafte erfinderische Weiterbildungen der Erfindung.

Bei einem Verfahren zur Regelung einer elektrischen Maschine, wobei eine Regelungseinheit einen parametrierbaren Geschwindigkeitsregler und einen parametrierbaren Zusatzregler aufweist und die elektrische Maschine zur Änderung einer Position eines bewegbaren Maschinenteils vorgesehen ist, wobei die Position des bewegbaren Maschinenteils erfasst wird, wird ein Parameter des Geschwindigkeitsreglers und/oder zumindest ein Parameter des Zusatzreglers in Abhängigkeit von einer Position des bewegbaren Maschinenteils verändert.

Das bewegbare Maschinenteil ist beispielsweise ein Teil einer Werkzeugmaschine (z.B. ein Fräskopf) oder einer Produktionsmaschine (z.B. eine Förderschnecke einer Kunststoffspritzgießmaschine, welche eine Produktionsmaschine ist) oder eines Handhabungsautomaten (z.B. eine Greifzange). Das bewegbare Maschinenteil ist beispielsweise aber auch ein Rotor eines rotatorischen elektrischen Motors oder ein Primärteil eines Linearmotors.

Bedingt durch die Anforderungen an einen Antriebsprozess, also dem Antrieb eines Maschinenteils, wodurch dessen Position veränderbar ist, ist es vorteilhaft, den Geschwindigkeitsregler der elektrischen Maschine oder einen anderen Regler der elektrischen Maschine mit wechselnden einer Verfahrensposition angepassten Parametern zu betreiben. Zumindest ein Parameter eines Reglers weist also eine Positionsabhängigkeit auf. Der Geschwindigkeitsregler ist bei einem rotatorisch arbeitenden Motor der Drehzahlregler. Der obig beschriebene vorteilhafte Wechsel zumindest eines Parameters ist auch bei einem Lageregelkreis vorteilhaft. Der Lageregelkreis dient der Regelung einer Position eines bewegbaren Maschinenteils. Durch

die Änderung zumindest eines Parameters abhängig von der Position des bewegbaren Maschinenteils ist es vermeidbar, dass ein gemittelter Parametersatz als gemeinsamer Kompromiss aller Anforderungen einer zu regelnden Strecke auszuwählen ist.

5

Von einem Wegmesssystem wird beispielsweise eine Verfahrsposition des bewegbaren Maschinenteils gemessen. Die gemessene Verfahrsposition wird zur Nachführung zumindest eines Regelparameters verwendet. Der Regelparameter ist vorzugsweise ein  
10 Optimalwert für eine bestimmte örtliche Position einer Verfahrbewegung. Dadurch entfällt der Zwang, die unterschiedlichen Anforderungen an einen Regler bzw. dessen Regelverhalten über einen gesamten Verfahrweg mit einem einzigen Parametersatz erfüllen zu müssen. Der Verfahrweg ist beispielsweise  
15 der Weg, den das Primärteil des Linearmotors in Bezug auf das Sekundärteil des Linearmotors zurücklegt. Ein weiteres Beispiel für den Verfahrweg sind die 360 Grad einer Umdrehung eines Rotors eines rotatorischen elektrischen Motors, welcher auch eine rotatorische elektrische Maschine ist.

20

In einer vorteilhaften Ausgestaltung ist der Zusatzregler zumindest einer der im folgenden aufgeführten Reglertypen: ein Lageregler, ein Zugregler, ein Momentenregler und/oder eine Vorsteuerung. Die Vorsteuerung ist dabei ein Regelkreis der  
25 sowohl geschlossen als auch offen ausgeführt sein kann.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist die elektrische Maschine als ein Linearmotor ausgebildet. Der Linearmotor weist ein Primärteil und ein Sekundärteil auf, wobei  
30 entweder das Primärteil oder das Sekundärteil ein bewegliches Teil des Linearmotors ist. Abhängig von der Position des beweglichen Teils wird zumindest ein Parameter des Geschwindigkeitsreglers und/oder zumindest ein Parameter des Zusatzreglers verändert. Weist beispielsweise der Linearmotor ein Sekundärteil mit einer Abdeckung auf und ist diese Abdeckung  
35 nicht über die gesamte Fläche des Sekundärteils geführt, so ändert sich die elektromagnetische Kraft EMK in Abhängigkeit

davon, ob das Sekundärteil an einer Position des Primärteils eine Abdeckung aufweist oder nicht. Die Änderung der elektromagnetischen Kraft EMK ist positionsabhängig, so dass zumindest ein Parameter der Geschwindigkeitsregelung bzw. der Zusatzregelung des Linearmotors abhängig davon einstellbar sind, ob sich das Primärteil in einem Bereich befindet, in dem das Sekundärteil eine Abdeckung aufweist oder eben auch keine Abdeckung aufweist. Ein Beispiel für den Parameter ist der Parameter für die elektromagnetische Kraft EMK.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung wird zur Veränderung des Parameters einer Regelung eine Funktion oder eine Tabelle verwendet. Die Funktion ist eine Funktion über eine Position. Die Position bezieht sich beispielsweise auf eine Position des Primärteils eines Linearmotors, oder auf die Position eines Rotors einer rotatorischen elektrischen Maschine oder auch auf die Position eines Maschinenteils einer Maschine, wobei die Maschine beispielsweise eine Produktionsmaschine, eine Werkzeugmaschine oder ein Handhabungsautomat ist.

Die Position des Maschinenteils ist beispielsweise deswegen von Bedeutung, weil das Maschinenteil abhängig von der Position unterschiedlichen Reibkoeffizienten ausgesetzt ist, so dass beispielsweise ein Verstärkungsparameter der Regelung eine höhere Reibung in bestimmten Bereichen einer Verfahrbewegung ausgleichen kann. Wird die Veränderung eines Parameters bzw. mehrere Parameter einer Regelung (z.B. Geschwindigkeitsregler und/oder Zusatzregler) mittels einer Tabelle durchgeführt, so ist in der Tabelle eine Zuordnung zwischen einer Position und einem dazugehörigen Parameter hergestellt.

Durch die Verwendung einer Funktion bzw. einer ausreichend detaillierten Tabelle ist es auch möglich ein Ruckverhalten, welches sich durch eine Umschaltung eines Parameters ergeben kann zu vermeiden. Mit Hilfe der Funktion und/oder der Tabelle sind gleichmäßige Veränderungen eines Parameters erzielbar. Dies dient dazu Sprünge in einem Ausgangssignal eines Reglers zu vermeiden.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird zur Ermittlung der von der Position abhängigen Parameter eine Referenzfahrt für die elektrische Maschine durchgeführt. Mittels der Referenzfahrt, welche in einer Referenzzeit durchführbar ist, ist das Maschinenverhalten feststellbar. Während der Referenzfahrt wird beispielsweise das von den Permanentmagneten hervorgerufene magnetische Feld gemessen. Abhängig von der Stärke des während der Referenzfahrt gemessenen magnetischen Feldes wird während und/oder nach der Referenzfahrt eine Tabelle und/oder eine Funktion generiert, in welche eine Information darüber abgelegt ist, an welcher Position des bewegbaren Maschinenteils ein bestimmter Parameterwert für eine Regelung einzustellen ist. Die notwendigen Parameterwerte werden hierfür vorher berechnet.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist der Parameter also ein physikalischer Parameter, welcher insbesondere ein Magnetfeldparameter ist und abhängig von der Position des Maschinenteils ist. Der physikalische Parameter wird abhängig von der Position des Maschinenteils gemessen. Der oder die Parameter eines oder mehrere Regler wird in Abhängigkeit von der Position des Maschinenteils gebracht. Dies geschieht beispielsweise wie obig bereits beschrieben mittels einer Funktion oder einer Tabelle. Die Abhängigkeit betrifft dabei die Abhängigkeit vom physikalischen Parameter, so dass ein oder mehrere Parameter eines oder mehrerer Regler abhängig von den Werten physikalischer Parameter verändert werden. Ein physikalischer Parameter ist wie bereits beschrieben, ein Parameter welcher z.B. das Magnetfeld betrifft, welches mittels Permanentmagneten erzeugt wird. Die Permanentmagnete sind nicht immer gleichmäßig stark magnetisiert, so dass dadurch ohne Veränderung von Reglerparametern ein Maschinenverhalten vorhanden wäre, welches für viele Anwendungen unvorteilhaft ist, da die elektrische Maschine z.B. auch auf gleiche Stromstärken und Frequenzen abhängig von der Position unterschiedlich reagiert. Eine unterschiedliche EMK ergibt sich aber z.B. auch daraus, dass ein Sekundärteil eines Linearmotors

über einen bestimmten Verfahrensabschnitt eine Abdeckung aufweist und über einen anderen Verfahrensabschnitt, welcher beispielsweise für einen Servicedienst oder einen Werkzeugwechsel bei einer Werkzeugmaschine dient, keine Abdeckung aufweist. Die Abdeckung ist vorteilhafter Weise magnetisch, haftet also automatisch auf dem Sekundärteil.

Die Erfindung betrifft neben einem Verfahren auch eine Vorrichtung zur Regelung einer elektrischen Maschine. Die Regelung weist einen parametrierbaren Geschwindigkeitsregler und/oder einen parametrierbaren Zusatzregler auf. Der Zusatzregler ist beispielsweise ein Lageregler, ein Zugregler oder ein Momentenregler. Als Zusatzregler ist weiterhin eine Vorsteuerung zu verstehen. Die elektrische Maschine ist zur Änderung einer Position eines bewegbaren Maschinenteils vorgesehen. Ein bewegbares Maschinenteil ist beispielsweise ein Teil der elektrischen Maschine wie das Primärteil eines Linearmotors oder der Rotor einer rotatorischen permanent erregten Synchronmaschine. Ein weiteres Beispiel für ein Maschinenteil ist ein Werkzeug einer Werkzeugmaschine, welches beispielsweise mittels eines Getriebes von der elektrischen Maschine antreibbar ist. Die Position des Maschinenteils ist mittels eines Weggebers erfassbar. Zumindest ein Parameter des Geschwindigkeitsreglers und/oder zumindest ein Parameter des Zusatzreglers ist in Abhängigkeit von der Position des bewegbaren Maschinenteils veränderbar. Hieraus ergeben sich die bereits obig beschriebenen Vorteile. Diese Vorrichtung zur Regelung ist weiterhin zur Durchführung des obig beschriebenen Verfahrens zur Regelung einer elektrischen Maschine einsetzbar.

Die Vorrichtung zur Regelung der elektrischen Maschine ist beispielsweise eine NC-Steuerung, eine CNC-Steuerung, eine SPS-Steuerung; ein Personal-Computer (PC) oder dergleichen. Bei einem Antrieb, welcher eine elektrische Maschine und einen Stromrichter aufweist, ist die Regelung beispielsweise

auch in die Steuerung bzw. Regelung des Stromrichters integriert.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand der beigefügten Zeichnungen erläutert. Es zeigt:

5

FIG 1 eine schematische Darstellung eines Linearmotors mit einer Regelungseinheit zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens,

10

FIG 2 ein Beispiel für eine Drehzahlregelung, welche mit einer Lageregelung als Zusatzregler kombiniert ist.

15

20

25

30

35

Die Darstellung gemäß FIG 1 zeigt eine Regelungseinheit 1. Die Regelungseinheit 1 ist beispielsweise in einer Produktionsmaschine, einer Werkzeugmaschine oder in einem Handhabungsautomaten integrierbar. Diese Maschinen bzw. Automaten sind in der FIG 1 nicht dargestellt. Mittels der Regelungseinheit 1 ist eine Stromrichterschaltung 3 ansteuerbar. Die Stromrichterschaltung 3 ist zur Bestromung eines Linearmotors 5 als Beispiel für eine elektrische Maschine vorgesehen. Der Linearmotor 5 weist in bekannter Weise ein Primärteil 7 und ein Sekundärteil 8 auf. Das Primärteil 7 ist in den Bewegungsrichtungen 23 und 24 bewegbar. Schematisch ist weiterhin ein Linearmaßstab 11 und ein Weggeber 13 dargestellt. An oder in einer Kraftübertragungsschnittstelle des Linearmotors also im Bereich eines Luftspaltes zwischen dem Primärteil 7 und dem Sekundärteil 8 ist ein Sensor 15 zur Messung des Magnetfeldes des Sekundärteils 8, welches Permanentmagnete 9 aufweist, vorgesehen. Das Sekundärteil 8 weist weiterhin eine Abdeckung 10 auf, die sich jedoch nicht über den gesamten Bereich des Sekundärteils 8 erstreckt. Weitere Sensoren wie z.B. ein Sensor zur Aufnahme der Geschwindigkeit, wie diese bei elektrischen Maschinen bzw. Linearmotoren üblich sind, sind in der FIG 1 zur besseren Übersichtlichkeit nicht dargestellt. Die Geschwindigkeitserfassung kann jedoch beispielsweise auch direkt aus dem zeitlichen Verlauf des Magnetfeldes am Ort des Sensors 15 abgeleitet werden. Dies hat den Vorteil, dass falls ein derartiger Sensor bereits an einer e-



lektrischen Maschine bzw. in einem Primärmotor vorhanden ist, dieser Sensor auch als Wegsensor einsetzbar ist. Der Weggeber 13 und der Sensor 15 sind über ein Datenkabel 17 mit der Regelungseinheit 1 verbunden. Die Regelungseinheit 1, welche  
5 insbesondere auch für die Geschwindigkeitsregelung, die Lage-  
regelung und/oder die Stromregelung vorzusehen ist, bildet  
zumindest aus den Werten des Sensors 15 einen Parameter für  
zumindest eine der oben genannten Regelungen. Für die Rege-  
lung des Linearmotors 5 ist beispielsweise auch noch ein  
10 Stromsignal notwendig. Das Stromsignal wird von einem Strom-  
wandler 19 geliefert. Der Stromwandler 19 dient zur Messung  
des Stromes mit welchem das Primärteil 7 über eine Stromlei-  
tung 14 durch die Stromrichterschaltung 3 bestromt wird.

15 Die Regelungseinheit 1 weist einen Speicher 21 auf. In diesem  
Speicher 21 werden Parameter gespeichert, welche insbesondere  
die elektromagnetische Kraft EMK betreffen. Bei einer Refe-  
renzfahrt des Linearmotors 5 bewegt sich das Primärteil zu-  
mindest in eine der beiden Bewegungsrichtungen 23, 24. Bei  
20 der Referenzfahrt nimmt der Sensor 15 Messdaten auf. Die  
Messdaten werden zu zumindest einem Parameter verarbeitet.  
Der Parameter wird gespeichert und zur Regelung der elektri-  
schen Maschine - also des Linearmotors - verwendet.

25 Die Darstellung gemäß FIG 2 zeigt ein Regelungsschema für ei-  
nen Wickler 44. Auf dem Wickler 44 ist ein Materialband 40  
aufwickelbar. Der Wickler 44 ist mittels einer elektrischen  
Maschine 6 antreibbar. Die Drehbewegung der elektrischen Ma-  
schine 6 ist mittels eines Weggebers 13 erfasst. Die Regelung  
30 der elektrischen Maschine 6 weist einen Drehzahlregler 26 und  
einen Stromregler 27 auf. Der Stromregler 27 liefert ein  
Stromsignal an eine Stromrichterschaltung 3. Die Stromrich-  
terschaltung 3 ist ein Leistungsteil zum Betrieb der elektri-  
schen Maschine 6. Weiterhin weist das Regelungsschema gemäß  
35 FIG 2 einen Lageregler 28 auf. Der Lageregler 28 hat als Ein-  
gangssignal eine Differenz aus einem Lageistwert 41 und einem  
Lagesollwert 42. Sowohl der Lageregler 28 als auch der Dreh-

zahlregler 26 weisen Parameter auf. Dem Lageregler 28 ist ein Parameter 33 über eine Funktion 35 zuführbar. In der Funktion 35 ist über eine Position ein Parameterwert aufgetragen.

5 Durch Zuführung eines Positionssignals 29 ist somit der Parameter 33 auswählbar. Beim Drehzahlregler 26 erfolgt eine Auswahl des Parameters 31 mit Hilfe einer Tabelle 37. Bei einem bekannten Positionssignal 29 ist aus der Tabelle 37 ein gespeicherter Parameterwert 31 auswählbar, wobei der ausgewählte Parameterwert dem Drehzahlregler zur Verfügung gestellt  
10 wird. Als Eingangssignal des Drehzahlreglers dient sowohl das Signal des Weggebers als auch das Ausgangssignals des Lagereglers 28.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Regelung einer elektrischen Maschine (5),  
wobei eine Regelungseinheit (1) einen parametrierbaren Ge-  
5 schwindigkeitsregler (26) und/oder einen parametrierbaren Zu-  
satzregler (28) aufweist und die elektrische Maschine (5) zur  
Änderung einer Position eines bewegbaren Maschinenteils (7,8)  
vorgesehen ist, wobei die Position (29) des bewegbaren Ma-  
schinenteils (7,8) erfasst wird, d a d u r c h g e -  
10 k e n n z e i c h n e t , dass zumindest ein Parameter (31)  
des Geschwindigkeitsreglers (26) und/oder zumindest ein Para-  
meter (33) des Zusatzreglers (28) in Abhängigkeit von der Po-  
sition (29) des bewegbaren Maschinenteils (7,8) verändert  
wird.
- 15 2. Verfahren nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n -  
z e i c h n e t , dass als Zusatzregler (28) zumindest ei-  
ner der folgenden Reglertypen verwendet wird:
- Lageregler
  - 20 - Zugregler
  - Momentenregler
  - Vorsteuerung.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, d a d u r c h g e -  
25 k e n n z e i c h n e t , dass als elektrische Maschine (5)  
ein Linearmotor (5) verwendet wird, wobei der Linearmotor (5)  
ein Primärteil (7) und ein Sekundärteil (8) aufweist, wobei  
entweder das Primärteil (7) oder das Sekundärteil (8) das be-  
wegbare Maschinenteil des Linearmotors (5) ist und abhängig  
30 von der Position des bewegbaren Maschinenteils zumindest ein  
Parameter (31) des Geschwindigkeitsreglers (26) und/oder zu-  
mindest ein Parameter (33) des Zusatzreglers (28) verändert  
wird.
- 35 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t , dass zur Veränderung des Para-

5 meters (31,33) ein Funktion (35) oder eine Tabelle (37) verwendet wird.

5 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass zur Ermittlung der von der Position des bewegbaren Maschinenteils abhängigen Parameter (31,33) eine Referenzfahrt der elektrischen Maschine (5) durchgeführt wird.

10 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass ein physikalischer Parameter, welcher insbesondere ein Magnetfeldparameter ist, abhängig von der Position (29) des Maschinenteils (7,8) gemessen wird und der Parameter (31,33) eines Reglers in Abhängigkeit von der Position (29) des Maschinenteils (7,8) und in  
15 Abhängigkeit von dem physikalische Parameter verändert wird.

7. Vorrichtung zur Regelung einer elektrischen Maschine (5), wobei die Regelung einen parametrierbaren Geschwindigkeitsregler (26) und einen parametrierbaren Zusatzregler (28) aufweist und die elektrische Maschine (5) zur Änderung einer Position eines Maschinenteils (7,8) vorgesehen ist, wobei die Position des Maschinenteils (7,8) messbar ist, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass zumindest ein Parameter  
20 (31) des Geschwindigkeitsregler (26) und/oder zumindest ein Parameter (33) des Zusatzreglers (28) in Abhängigkeit von der Position (29) des Maschinenteils (7,8) veränderbar ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass diese zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6 vorgesehen ist.  
30

1/1

FIG 1

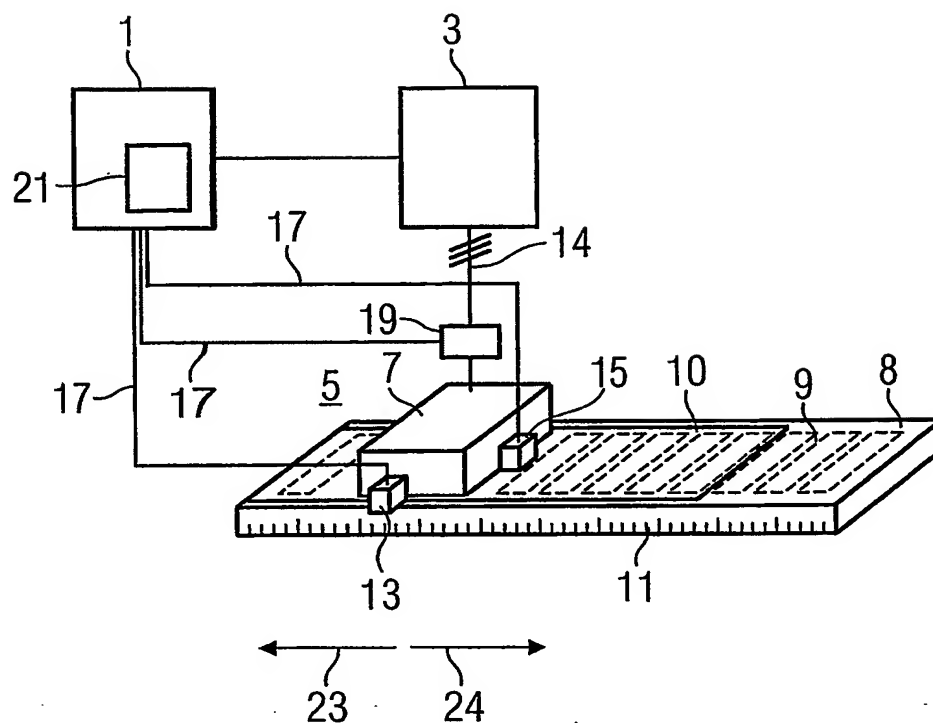
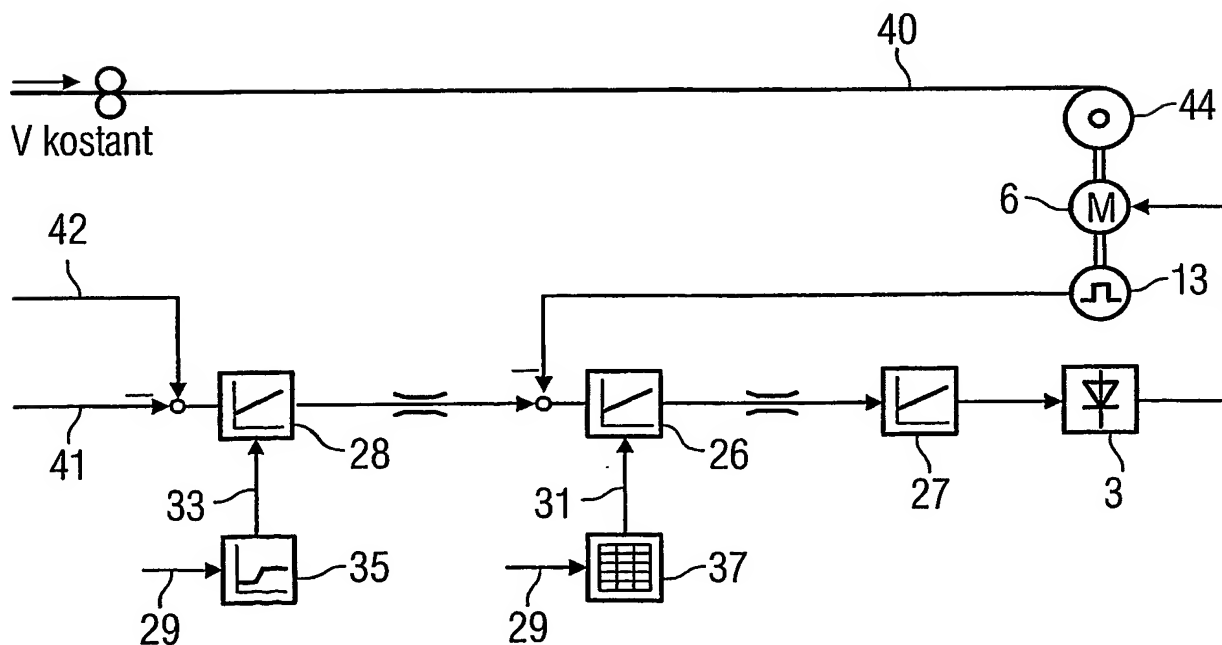


FIG 2



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/010343

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G05B19/19 G05B13/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G05B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, COMPENDEX, INSPEC, IBM-TDB

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	SCHULZ S E ET AL: "High performance digital pi current regulator for ev switched reluctance motor drives" CONFERENCE RECORD OF THE 2002 IEEE INDUSTRY APPLICATIONS CONFERENCE. 37TH IAS ANNUAL MEETING . PITTSBURGH, PA, OCT. 13 - 18, 2002, CONFERENCE RECORD OF THE IEEE INDUSTRY APPLICATIONS CONFERENCE. IAS ANNUAL MEETING, NEW YORK, NY : IEEE, US, vol. 1 OF 4. CONF. 37, 13 October 2002 (2002-10-13), pages 1617-1624, XP010610096 ISBN: 0-7803-7420-7	1,2,4, 6-8
Y	the whole document ----- -/--	3,5



Further documents are listed in the continuallon of box C.



Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the International filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search

24 June 2005

Date of mailing of the International search report

05/07/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Gardella, S

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/010343

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 97/46924 A (KRAUSS-MAFFEI AG; SIENZ, MICHAEL; KOEPP, SIEGFRIED; STOIBER, DIETMAR) 11 December 1997 (1997-12-11) the whole document	3,5
A	----- FAA-JENG LIN ET AL: "On-line gain tuning using RFNN for linear synchronous motor" 32ND.ANNUAL IEEE POWER ELECTRONICS SPECIALISTS CONFERENCE. PESC 2001. CONFERENCE PROCEEDINGS. VANCOUVER, CANADA, JUNE 17 - 21, 2001, ANNUAL POWER ELECTRONICS SPECIALISTS CONFERENCE, NEW YORK, NY : IEEE, US, vol. VOL. 1 OF 4. CONF. 32, 17 June 2001 (2001-06-17), pages 766-771, XP010559322 ISBN: 0-7803-7067-8 abstract figure 4	1-8
A	----- HABIB M K ED - INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS: "Designing fuzzy logic controllers for DC servomotors supported by fuzzy logic control development environment" IECON'01. PROCEEDINGS OF THE 27TH. ANNUAL CONFERENCE OF THE IEEE INDUSTRIAL ELECTRONICS SOCIETY. DENVER, CO, NOV. 29 - DEC. 2, 2001, ANNUAL CONFERENCE OF THE IEEE INDUSTRIAL ELECTRONICS SOCIETY, NEW YORK, NY : IEEE, US, vol. VOL. 1 OF 3. CONF. 27, 29 November 2001 (2001-11-29), pages 2093-2098, XP010571740 ISBN: 0-7803-7108-9 abstract figures 1-5	1-8

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No  
PCT/EP2004/010343

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9746924	A	11-12-1997	
		DE 19622699 A1	11-12-1997
		DE 59702321 D1	12-10-2000
		WO 9746924 A1	11-12-1997
		EP 0902918 A1	24-03-1999
		JP 2000512478 T	19-09-2000
		KR 2000016377 A	25-03-2000
		US 6118245 A	12-09-2000



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2004/010343

<b>A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b> IPK 7 G05B19/19 G05B13/02		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
<b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b> Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 G05B		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, COMPENDEX, INSPEC, IBM-TDB		
<b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	SCHULZ S E ET AL: "High performance digital pi current regulator for ev switched reluctance motor drives" CONFERENCE RECORD OF THE 2002 IEEE INDUSTRY APPLICATIONS CONFERENCE. 37TH IAS ANNUAL MEETING . PITTSBURGH, PA, OCT. 13 - 18, 2002, CONFERENCE RECORD OF THE IEEE INDUSTRY APPLICATIONS CONFERENCE. IAS ANNUAL MEETING, NEW YORK, NY : IEEE, US, Bd. 1 OF 4. CONF. 37, 13. Oktober 2002 (2002-10-13), Seiten 1617-1624, XP010610096 ISBN: 0-7803-7420-7	1,2,4, 6-8
Y	das ganze Dokument ----- -/--	3,5
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist *Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 24. Juni 2005		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts 05/07/2005
Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Gardella, S

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2004/010343

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	WO 97/46924 A (KRAUSS-MAFFEI AG; SIENZ, MICHAEL; KOEPP, SIEGFRIED; STOIBER, DIETMAR) 11. Dezember 1997 (1997-12-11) das ganze Dokument	3,5
A	FAA-JENG LIN ET AL: "On-line gain tuning using RFNN for linear synchronous motor" 32ND.ANNUAL IEEE POWER ELECTRONICS SPECIALISTS CONFERENCE. PESC 2001. CONFERENCE PROCEEDINGS. VANCOUVER, CANADA, JUNE 17 - 21, 2001, ANNUAL POWER ELECTRONICS SPECIALISTS CONFERENCE, NEW YORK, NY : IEEE, US, Bd. VOL. 1 OF 4. CONF. 32, 17. Juni 2001 (2001-06-17), Seiten 766-771, XP010559322 ISBN: 0-7803-7067-8 Zusammenfassung Abbildung 4	1-8
A	HABIB M K ED - INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS: "Designing fuzzy logic controllers for DC servomotors supported by fuzzy logic control development environment" IECON'01. PROCEEDINGS OF THE 27TH. ANNUAL CONFERENCE OF THE IEEE INDUSTRIAL ELECTRONICS SOCIETY. DENVER, CO, NOV. 29 - DEC. 2, 2001, ANNUAL CONFERENCE OF THE IEEE INDUSTRIAL ELECTRONICS SOCIETY, NEW YORK, NY : IEEE, US, Bd. VOL. 1 OF 3. CONF. 27, 29. November 2001 (2001-11-29), Seiten 2093-2098, XP010571740 ISBN: 0-7803-7108-9 Zusammenfassung Abbildungen 1-5	1-8

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/010343

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9746924 A	11-12-1997	DE 19622699 A1	11-12-1997
		DE 59702321 D1	12-10-2000
		WO 9746924 A1	11-12-1997
		EP 0902918 A1	24-03-1999
		JP 2000512478 T	19-09-2000
		KR 2000016377 A	25-03-2000
		US 6118245 A	12-09-2000

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ ~~FADED~~ TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**